

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Hyoung-ki Lee, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: April 14, 2004

Examiner:

For: METHOD AND APPARATUS FOR ALLOWING MOBILE ROBOT TO RETURN TO
DOCKING STATION

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Korean Patent Application No(s). 2003-23716

Filed: April 15, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: April 14, 2004

By: 

Gene M. Garner
Registration No. 34,172

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0023716
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 04월 15일
Date of Application APR 15, 2003

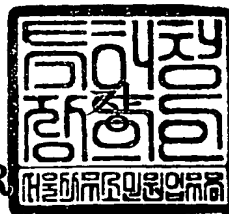
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 10 월 16 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0011
【제출일자】	2003.04.15
【국제특허분류】	G06F
【발명의 명칭】	이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법 및 장치
【발명의 영문명칭】	Method and apparatus for allowing mobile robot to return to a docking station
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-003436-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이형기
【성명의 영문표기】	LEE, Hyoung Ki
【주민등록번호】	661110-1006417
【우편번호】	442-380
【주소】	경기도 수원시 팔달구 원천동 원천주공아파트 101동 1303호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	홍선기
【성명의 영문표기】	HONG, Sun Gi
【주민등록번호】	711225-1046516
【우편번호】	445-973

【주소】	경기도 화성군 태안읍 반월리 860 신영통현대아파트 309동 604호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	방석원
【성명의 영문표기】	BANG, Seok Won
【주민등록번호】	640419-1683654
【우편번호】	135-230
【주소】	서울특별시 강남구 일원동 718번지 샘터마을 105동 1008호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김일환
【성명의 영문표기】	KIM, Il Hwan
【주민등록번호】	720615-1068221
【우편번호】	156-091
【주소】	서울특별시 동작구 사당1동 316-225
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최기완
【성명의 영문표기】	CHOI, Ki Wan
【주민등록번호】	750201-1068313
【우편번호】	449-901
【주소】	경기도 용인시 기흥읍 고매리 현대아파트 가동 B-1호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	13 면 13,000 원

1020030023716

출력 일자: 2003/10/21

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	18	항	685,000	원
【합계】	727,000			원
【첨부서류】	1.	요약서·명세서(도면)_1통		

【요약서】

【요약】

이동로봇의 도킹 스테이션 귀환방법 및 장치가 개시된다. 도킹스테이션에 음파송신부를, 소정 작업을 수행하면서 특정공간을 자율주행하는 이동로봇에 음파수신부를 각각 구비하여 이동로봇이 제1 위치에서 자동으로 도킹스테이션으로 귀환하는 방법은, (a) 이동로봇이 제1 위치로부터 소정 거리만큼 주행한 제2 위치에서 상기 이동로봇의 제1 방향각을 계산하는 단계, (b) (a) 단계에서 계산된 제1 방향각만큼 이동로봇을 선회시킨 후 소정 거리만큼 주행한 제3 위치에서 이동로봇이 도킹스테이션에 접근했는지 멀어졌는지 판단하는 단계, 및 (c) (b) 단계에서 판단결과, 이동로봇이 도킹스테이션에 접근한 경우 제1 방향각에 의해 계속 주행하도록 제어하고, 이동로봇이 도킹스테이션으로부터 떨어진 경우 제3 위치에서 이동로봇의 제2 방향각을 계산하고 제2 방향각에 따라 주행하도록 제어하는 단계를 포함한다.

【대표도】

도 6b

【명세서】

【발명의 명칭】

이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법 및 장치 {Method and apparatus for allowing mobile robot to return to a docking station}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 이동로봇과 도킹스테이션과의 위치 및 방향관계를 표현하는 (x, y, γ) 좌표계,

도 2는 본 발명에 따른 이동로봇의 도킹스테이션 귀환장치의 제1 실시예의 구성을 나타낸 블록도,

도 3은 본 발명에 따른 이동로봇의 도킹스테이션 귀환장치의 제2 실시예의 구성을 나타낸 블록도,

도 4는 도 2 또는 도 3에 있어서 거리계산부의 동작을 설명하는 도면

도 5는 도 2 또는 도 3에 있어서 보상부의 세부적인 구성을 설명하는 블록도, 및

도 6a 및 도 6b는 본 발명에 따른 이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법을 설명하는 도면이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<7> 본 발명은 로봇제어에 관한 것으로서, 특히 특정공간을 자율주행하는 이동로봇이 소정 작업을 완료한 경우 자동으로 도킹스테이션으로 귀환하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

<8> 최근 들어, 작업기기에 주행구동장치, 센서 및 주행제어수단 등을 부가하고 자동적으로 작업을 행하는 다양한 이동로봇들이 개발되고 있다. 예를 들면, 청소 로봇은 사용자의 조작 없이도 청소하고자 하는 청소구역 내를 스스로 주행하면서 바닥면으로부터 먼지, 이물질을 흡입하는 청소작업을 수행하는 기기를 말한다. 청소로봇은 센서를 통해 청소구역 내에 설치된 가구, 사무용품, 벽과 같은 장애물까지의 거리를 판별하고, 판별된 정보를 이용하여 장애물과 충돌되지 않도록 제어하면서 청소구역을 청소한다. 이러한 청소로봇은 해당 청소구역에 대하여 청소작업을 완료하면 그 자리에서 청소작업을 종료함과 동시에 주행동작을 중지시키게 되고, 그 결과 정해진 장소 예를 들면 도킹스테이션과는 멀리 떨어진 위치에 방치됨으로써 사용자에게 여러 가지 불편함을 초래하곤 하였다. 따라서, 청소로봇과 같은 이동로봇이 특정 작업을 종료한 후 자동으로 도킹스테이션으로 귀환하도록 하는 기술이 필요하게 되었다.

<9> 이동로봇의 도킹스테이션으로의 귀환과 관련하여 이동로봇의 위치를 검출하는 기술로는 한국특허공개공보 2000-66728호, 한국특허공개공보 2002-33303호, USP 6,338,013호, USP 6,138,063호, 일본특허공개공보 2000-560063호 등이 있다. 한국특허공개공보 2000-66728호는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇 및 그 동작 방법에 관한 것으로서, 음향의 방향을 측정하여 자동 충전기에 귀환하는 알고리즘을 제안한다. 이를 위하여 특정 주파수를 갖는 음향을

발생하여 충전기 등에서 음향을 발생하면 로봇에서는 그 음향의 방향을 검출하여 충전기에 도킹할 수 있도록 한다. 이 기술은 로봇의 방향만을 측정하고 제어할 수 있다. 한국특허공개공보 제2002-33303호는 로봇 축구 게임기에서 로봇 위치 인식 장치에 관한 것으로서, 여러 개의 비콘을 사용하여 로봇의 위치만을 인식한다. USP 6,338,013호는 이동 또는 정지 중에 로봇의 위치를 정확하게 판단할 수 있는 고정밀 포지셔닝 시스템을 사용하는 다기능 이동장치를 제공하고, USP 6,138,063호는 방향각 검출을 위하여 자이로센서를 사용하여 로봇 청소기 스스로 주행방향을 수정하여 주행 목표지점으로 정확하게 도달할 수 있도록 하는 장치를 제공한다. 일본특허공개공보 2000-560063호는 고정국과 소정신호를 송수신할 수 있는 송수신장치를 통하여 자신의 위치를 정확하게 인식할 수 있는 로봇을 제공한다.

<10> 상기한 바와 같은 기술들은 복수개의 비콘을 이용하여 이동로봇의 위치를 검출하거나 자이로센서와 같은 별도의 기기를 사용하여 방향각을 검출해야 하므로 그 구현비용이 고가인 단점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<11> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 특정공간을 자율주행하는 이동로봇이 소정 작업을 완료하거나 충전을 필요로 하는 경우 간소화된 하드웨어를 이용하여 자동으로 도킹스테이션으로 귀환하는 방법을 제공하는데 있다.

<12> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 상기 이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법을 실현하는데 가장 적합한 장치를 제공하는 데 있다.

<13> 상기 기술적 과제를 이루기 위하여 본 발명은 도킹스테이션에 음파송신부를,

소정 작업을 수행하면서 특정공간을 자율주행하는 이동로봇에 음파수신부를 각각 구비하여 상기 이동로봇이 제1 위치에서 자동으로 상기 도킹스테이션으로 귀환하는 방법에 있어서, (a) 상기 이동로봇이 제1 위치로부터 소정 거리만큼 주행한 제2 위치에서 상기 이동로봇의 제1 방향각을 계산하는 단계; (b) 상기 (a) 단계에서 계산된 제1 방향각만큼 이동로봇을 선회시킨 후 소정 거리만큼 주행한 제3 위치에서 이동로봇이 상기 도킹스테이션에 접근했는지 멀어졌는지 판단하는 단계; 및 (c) 상기 (b) 단계에서 판단결과, 상기 이동로봇이 상기 도킹스테이션에 접근한 경우 상기 제1 방향각에 의해 계속 주행하도록 제어하고, 상기 이동로봇이 상기 도킹스테이션으로부터 멀어진 경우 상기 제3 위치에서 상기 이동로봇의 제2 방향각을 계산하고 상기 제2 방향각에 따라 주행하도록 제어하는 단계를 포함한다.

<14> 상기 기술적 과제를 이루기 위하여 본 발명은 소정 작업을 수행하면서 특정공간을 자율주행하는 이동로봇이 제1 위치에서 자동으로 도킹스테이션으로 귀환하는 장치에 있어서, 상기 도킹스테이션에 설치되는 음파송신부; 상기 이동로봇에 설치되는 음파수신부; 상기 음파송신부에서 상기 음파수신부로 송신되는 음파의 송신시점 및 수신시점간의 시간차를 이용하여 상기 도킹스테이션과 상기 이동로봇간의 거리를 계산하는 거리계산부; 적어도 하나 이상의 모터에 각각 연결되어, 상기 이동로봇의 주행거리 및 주행방향을 측정하는 엔코더; 및 상기 거리계산부에서 계산되는 거리값과 상기 엔코더에서 측정된 주행거리를 이용하여, 상기 이동로봇이 제1 위치로부터 소정거리만큼 주행한 제2 위치에서 제1 방향각을 계산하고, 제1 방향각만큼 이동로봇을 선회시킨 후 소정 거리만큼 주행한 제3 위치에서 이동로봇이 상기 도킹스테이션에 접근했는지 멀어졌는지 판단하여, 접근한 경우 상기 제1 방향각에 의해, 멀어진 경우 상기 제3 위치에서 상기 이동로봇의 제2 방향각을 계산하고 상기 제2 방향각에 따라 주행하도록 제어하는 주행제어부를 포함한다.

<15> 상기 장치는 바람직하게로는 상기 주행제어부로부터 제공되는 선속도 명령 및 각속도 명령과, 상기 엔코더로부터 제공되는 이동로봇의 위치 및 방향정보와 상기 거리계산부에서 계산되는 거리정보를 입력으로 하고, 칼만 필터링 기법을 이용하여 상기 엔코더에서 측정되는 주행거리와 실제 주행거리간의 오차를 보상하는 보상부를 더 포함한다.

【발명의 구성 및 작용】

<16> 이하, 본 발명에 의한 이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법 및 장치의 구성과 동작을 첨부한 도면들을 참조하여 보다 상세하게 설명하기로 한다.

<17> 도 1은 이동로봇과 도킹스테이션과의 위치 및 방향관계를 표현하는 (x, y, γ) 좌표계이다. 여기서, (x, y) 는 도킹스테이션을 원점으로 했을 때 이동로봇의 현재 위치를 나타내며, γ 는 이동로봇의 현재 자세에서 진행하는 방향을 나타낸다. (x, y) 는 극좌표계 표현인 (L, Φ) 에 의해서 대체될 수 있다.

<18> 도 2는 본 발명에 따른 이동로봇의 도킹스테이션 귀환장치의 제1 실시예의 구성을 나타낸 블록도로서, 도킹스테이션(210)에 구비되는 제1 및 제2 송신부(211, 212), 이동로봇(220)에 구비되는 제1 및 제2 수신부(221, 222), 거리계산부(223), 엔코더(224), 보상부(225) 및 주행제어부(226)를 포함하여 구성된다.

<19> 도 2를 참조하면, 도킹스테이션(210)에 있어서, 제1 송신부(211)는 로봇의 위치를 검출하기 위한 음파를 발생시켜 공중으로 전송한다. 제2 송신부(212)는 제1 송신부(211)로부터 음파가 전송되는 시점에 시간동기신호를 발생시켜 공중으로 전송한다. 여기서, 시간동기신호는 음파보다 전파속도가 매우 빠른 신호로서, 적외선(Infra-Red, 이하 IR이라 칭함) 또는 고주파

신호(Radio Frequency, 이하 RF라 칭함)를 예로 들 수 있다. 제1 송신부(211)로부터 발생하는 음파의 일례로 초음파를 들 수 있다.

<20> 이동로봇(220)에 있어서, 제1 수신부(221)는 전방향 음파 센서로 이루어지며, 도킹스테이션(210)의 제1 송신부(211)로부터 전송되어 로봇(220)으로 입사되는 음파를 수신한다. 제2 수신부(222)는 도킹스테이션(210)의 제2 송신부(212)로부터 전송되어 로봇(220)으로 입사되는 시간동기신호를 수신한다. 거리계산부(223)는 제2 수신부(222)에서 시간동기신호가 수신된 시간과 제1 수신부(221)에서 음파가 수신된 시간과의 차이를 이용하여 제1 송신부(211)로부터 제1 수신부(221)까지의 거리, 즉 도킹스테이션(210)과 로봇(220)간의 거리를 계산한다.

<21> 엔코더(224)는 이동로봇(220)을 움직이기 위한 적어도 하나 이상의 모터(미도시)에 각각 설치되어, 모터의 회전수를 검출하여 이동로봇(220)의 이전 위치와 현재 위치의 주행거리 및 주행방향을 측정한다. 보상부(225)는 지면의 미끄러짐 등에 발생하는 엔코더(224)에서 측정되는 주행거리와 실제 주행거리와의 오차를 칼만 필터링 기법을 이용하여 보상한다.

<22> 주행제어부(226)는 거리계산부(223)에서 계산되는 거리값과 엔코더(224)에서 측정된 주행거리를 이용하여, 이동로봇(220)이 소정 작업을 완료하거나 충전을 필요로 하는 제1 위치로부터 소정 거리만큼 주행한 제2 위치에서 제1 방향각을 계산하고, 제1 방향각만큼 상기 이동로봇을 선회시킨 후 소정 거리만큼 주행한 제3 위치에서 제2 방향각을 계산한다. 이후, 이동로봇(220)이 도킹스테이션(210)이 위치한 방향과는 반대로 제1 방향각만큼 선회하여 소정 거리만큼 주행한 경우 도킹스테이션(210)과의 추정거리와 제3 위치에서 도킹스테이션(210)과의 거리의 비교 결과에 따라서 이동로봇(220)이 제1 방향각 또는 제2 방향각에 따라 주행하도록 제어한다.

<23> 도 3은 본 발명에 따른 이동로봇의 도킹스테이션 귀환장치의 제2 실시예의 구성을 나타낸 블록도로서, 도킹스테이션(310)에 구비되는 제1 타이머(311), 송신부(312), 이동로봇(320)에 구비되는 제2 타이머(321), 수신부(322), 거리계산부(323), 엔코더(324), 보상부(325) 및 주행제어부(326)를 포함하여 구성된다. 도 2에 도시된 제1 실시예에서와 다른 점은, 시간동기 신호를 발신 및 수신하는 제2 송신부(212)와 제2 수신부(222) 대신 제1 및 제2 타이머(311,321)를 사용한 것이다. 여기서, 제1 및 제2 타이머(311,321)는 별도로 구비하거나, 통상 주행제어부(326)를 구현하는 마이크로프로세서 내의 타이머 기능을 이용할 수 있다. 도 2의 제1 실시예에서와 동일한 구성요소에 대해서는 그 세부적인 동작 설명을 생략하고, 제1 및 제2 타이머(311,321), 송신부(312), 수신부(322)와 거리계산부(323)를 중점적으로 설명하기로 한다.

<24> 도 3을 참조하면, 도킹스테이션(310)에 있어서, 송신부(312)는 제1 타이머(311)로부터 발생하는 타이밍신호에 동기되어, 로봇의 위치를 검출하기 위한 음파를 발생시켜 공중으로 전송한다. 제1 타이머(311)는 송신부(312)에서 일정한 시간 단위로 음파를 발생시키기 위한 펄스열로 이루어지는 타이밍신호를 발생시킨다.

<25> 이동로봇(320)에 있어서, 수신부(322)는 전방향 음파 센서로 이루어지며, 도킹스테이션(310)의 송신부(312)로부터 전송되어 로봇(320)으로 입사되는 음파를 수신한다. 제2 타이머(321)는 제1 타이머(311)와 동일한 타이밍신호를 발생시켜 거리계산부(323)로 제공한다. 거리계산부(323)는 제2 타이머(321)로부터 제공되는 타이밍신호의 펄스발생시점과 수신부(322)에서 음파가 수신된 시간과의 차이를 이용하여 송신부(312)로부터 수신부(322)까지의 거리, 즉 도킹스테이션(310)과 로봇(320)간의 거리를 계산한다.

<26> 도 4는 도 2에 있어서 거리계산부(223)의 동작을 설명하는 도면으로서, 도 2에 도시된 거리계산부(223)는 제1 및 제2 수신부(221,222)에서 각각 음파와 시간동기신호가 수신되는 시점을 입력으로 하여, 다음 수학식 1과 같이 도킹스테이션(210)과 로봇(220)간의 거리(L)을 계산한다.

<27> 【수학식 1】 $L = \Delta t \cdot c$

<28> 여기서, c는 음속을 의미하며 그 크기는 340m/sec 이고, Δt 는 도킹스테이션(210)에서 음파를 발신한 시점부터 로봇(220)이 음파를 수신한 시점간의 시간차를 의미한다.

<29> 즉, 거리계산부(223)는 도킹스테이션(210)의 제1 및 제2 송신부(211,212)로부터 음파와 시간동기신호가 동시에 전송되면, 제2 수신부(222)에서 시간동기신호를 수신된 시점(A)과 제1 수신부(221)에서 음파를 수신한 시점(B)을 입력으로 하여 A, B간의 차이(Δt)를 산출하고, 이를 음속(c)과 승산하여 현재 이동로봇(220)의 위치와 도킹스테이션(210)의 위치 사이의 거리(L)을 계산한다.

<30> 한편, 도 3에 도시된 거리계산부(323)는 수신부(32)에서 음파가 수신되는 시점과 타이밍 신호에서 펄스발생시점을 입력으로 하여, 다음 수학식 1과 같이 도킹스테이션(310)과 로봇(320)간의 거리(L)을 계산한다. 이 경우 상기 수학식 1에 있어서 Δt 는 수신부(32)에서 음파가 수신되는 시점과 타이밍신호에서 펄스발생시점간의 시간차를 의미한다. 즉, 거리계산부(323)는 도킹스테이션(310)의 송신부(311)로부터 음파가 소정의 타이밍신호에 동기되어 전송되면, 수신부(321)에서 타이밍신호의 펄스발생시점(A)과 수신부(321)에서 음파를 수신한 시점(B)을 입력으로 하여 A, B간의 차이(Δt)를 산출하고, 이를 음속(c)과 승산하여 현재 이동로봇(320)의 위치와 도킹스테이션(310)의 위치 사이의 거리(L)을 계산한다.

<31> 도 5는 도 2 또는 도 3에 있어서 보상부(225,325)의 동작을 설명하는 블록도로서, 시스템 추정부(511), 관측 추정부(512), 측정부(513), 감산부(514), 칼만필터(515) 및 단위시간 지연부(516)를 포함한다.

<32> 보상부(225)의 동작을 설명하기에 앞서 이동로봇(220)의 위치 및 방향의 모델링에 대하여 설명하면 다음과 같다.

<33> 먼저, 이동로봇(220)의 운동방정식은 도 1에 도시된 (x, y, γ) 좌표계에 의하여 다음 수학적 2와 같이 나타낼 수 있다.

<34> 【수학적 2】 $\dot{x}(t) = v(t)\cos\gamma(t)$

<35> $\dot{y}(t) = v(t)\sin\gamma(t)$

<36> $\dot{\gamma}(t) = \omega(t)$

<37> 여기서 $v(t)$ 는 선속도 명령이고, $\omega(t)$ 는 각속도 명령이다. 이상적인 시스템에 있어서는, 위치·방향의 명령값과 이동로봇의 실제 주행거리 및 방향이 일치한다.

<38> 한편, 이동로봇(220)의 위치·방향에 대한 이산시스템 모델링은 다음 수학적 3과 같이 나타낼 수 있다.

<39> 【수학적 3】 $X(k+1) = X(k) + f(X(k), U(k))$

<40> 여기서,

<41> $X(k) = [x(k) \ y(k) \ \gamma(k)]^T$

<42> $U(k) = [v(k) \ \omega(k)]^T$

<43>

$$f(X(k), U(k)) = \begin{bmatrix} T \cos \gamma(k) & 0 \\ T \sin \gamma(k) & 0 \\ 0 & T \end{bmatrix}$$

<44> 여기서, T는 샘플링 시간을 의미한다.

<45> 또한, 이동로봇(210)의 위치·방향에 대한 측정 모델링은 다음 수학적 4과 같이 나타낼 수 있다.

<46> 【수학적 4】 $Z(k+1) = G(X(k+1)) + \mu(k)$

<47> $Z(k) = [x(k) \ y(k) \ \gamma(k) \ R(k)]$

<48>

$$G(X(k)) = \begin{bmatrix} x(k) \\ y(k) \\ \gamma(k) \\ \sqrt{x^2(k) + y^2(k)} \end{bmatrix}$$

<49> 여기서 $\mu(k)$ 는 엔코더(224) 또는 거리계산부(223) 등에 의한 측정잡음으로 $N(0, S(k))$ 의 가우시안 확률분포를 가지며 $S(k)$ 는 측정잡음의 공분산행렬이다. $x(k)$, $y(k)$, $\gamma(k)$ 는 이동로봇(220)에 마련된 모터의 엔코더(224)로부터 얻어지는 위치 및 방향 측정값이고, $R(k)$ 는 거리계산부(223)에 의해 얻어지는 거리 측정값이다.

<50> 도 5를 참조하면, 시스템 추정부(511)는 주행제어부(226)로부터 제공되는 선속도 명령($v(t)$)과 각속도 명령($w(t)$)에 응답하여, 시스템 추정값 $\hat{X}(k+1, k)$ 를 출력한다. 이때, 시스템 추정값 $\hat{X}(k+1, k)$ 은 다음 수학적 5와 같이 표현된다.

<51> 【수학식 5】 $\hat{X}(k+1,k) = \hat{X}(k,k) + L(k)U(k)$

<52>
$$L(k) = \begin{bmatrix} T\cos\gamma(k) & 0 \\ T\sin\gamma(k) & 0 \\ 0 & T \end{bmatrix}$$

<53> 여기서 L(k)는 U(k)를 선형화하는 변환행렬이다.

<54> 관측예측부(512)는 시스템 추정값 $\hat{X}(k+1,k)$ 을 관측 예측값 $\hat{Z}(k+1)$ 으로 변환한다. 관측예측부(512)에 의한 관측예측값 표현은 다음 수학식 6과 같다.

<55> 【수학식 6】 $\hat{Z}(k+1) = G(\hat{X}(k+1,k))$

<56> 측정부(513)는 엔코더(224)로부터 제공되는 이동로봇(220)의 위치측정값과 거리계산부(223)로부터 제공되는 도킹스테이션(210)과 이동로봇(220) 간의 거리값을 입력으로 하여 상기 수학식 4에서와 같은 측정값 Z(k+1)을 발생시킨다.

<57> 감산부(514)는 측정부(513)로부터 제공되는 이동로봇(220)의 측정값 Z(k+1) 와 관측예측부(512)로부터 제공되는 관측예측값 $\hat{Z}(k+1)$ 의 차를 구한다.

<58> 칼만 필터(515)는 다음 수학식 7에 의하여 최적의 추정값 $\hat{X}(k+1,k+1)$ 을 구한다.

<59> 【수학식 7】 $\hat{X}(k+1,k+1) = \hat{X}(k+1,k) + K(k+1) \cdot [Z(k+1) - \hat{Z}(k+1)]$

<60> 이 때, 칼만 필터(515)가 $\hat{X}(k+1,k+1)$ 를 계산하는데 사용하는 매개 변수들은 다음 수학식 8과 같다.

<61> 【수학식 8】 $K(k+1) = P(k+1,k)C^T(k+1) \cdot [C(k+1)P(k+1,k)C^T(k+1) + S(k+1)]^{-1}$

$$<62> \quad P(k+1, k) = A_d(k)P(k, k)A_d^T(k) + Q_d(k)$$

$$<63> \quad P(k+1, k+1) = [I - K(k+1)C(k+1)] \cdot P(k+1, k)$$

$$\begin{aligned} <64> \quad A_d(k) &= I + \frac{\partial(L(k)U(k))}{\partial X} \big|_{X=X(k, k), U=U(k)} \\ &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & -v(k)T \sin \gamma(k) \\ 0 & 1 & v(k)T \cos \gamma(k) \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$<65> \quad Q_d(k) = B_d(k)Q_U B_d^T(k)$$

$$\begin{aligned} <66> \quad B_d(k) &= \frac{\partial(L(k)U(k))}{\partial U} \big|_{X=X(k, k), U=U(k)} \\ &= \begin{bmatrix} T \cos \gamma(k) & 0 \\ T \sin \gamma(k) & 0 \\ 0 & T \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$<67> \quad Q_U(k) = \begin{bmatrix} \delta_v & 0 \\ 0 & \delta_w \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} <68> \quad C(k) &= \frac{\partial(G(X(k)))}{\partial X} \big|_{X=X(k, k)} \\ &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ x(k)(x^2(k) + y^2(k))^{-0.5} & y(k)(x^2(k) + y^2(k))^{-0.5} & 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

<69> 단위시간 지연부(516)는 시간진행(time marching)하는 이산치 해석에 있어서, 시간 단계를 갱신하는 수단이다. 즉, 단위시간 지연부(516)를 거치므로써, 현재 계산 단계 $\hat{X}(k+1, k+1)$

는 이전 계산 단계 $\hat{X}(k,k)$ 가 되어, 다음 계산 단계에 이용된다. 단위시간 지연부(516)로부터 제공되는 최적 추정값 $\hat{X}(k,k)$ 은 시스템 추정부(511)로 제공된다.

<70> 상기한 바와 같은 시스템 추정부(511), 관측예측부(512), 감산부(514), 칼만 필터(515), 및 단위시간 지연부(516)에 의해 형성되는 폐루프를 소정 횟수 반복 수행한 후, 시스템 추정부(511)는 최적의 시스템 추정값 $\hat{X}(k+1,k)$ 을 주행제어부(226)로 제공한다. 그 결과, 엔코더(224)로 인하여 발생하는 주행거리의 오차가 보상된다.

<71> 도 6a 및 6b는 본 발명에 따른 이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법을 설명하는 도면이다.

<72> 도 6a는 이동로봇과 도킹스테이션 간의 위치 관계를 보여주는 도면으로서, P0는 도킹스테이션(210)의 위치를 나타내고, P1, P2, P3, P3'은 이동로봇(220)의 제1 위치, 제2 위치, 제3 위치, 제3 추정위치를 각각 나타낸다. 한편, D2 및 D3는 이동로봇(220)의 제2 위치 및 제3 추정위치에서 진행하는 방향을 각각 나타낸다.

<73> 도 6b는 본 발명에 따른 이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법을 설명하는 흐름도로서, 제1 방향각 계산단계(610), 선회방향 결정단계(620), 및 주행제어단계(630)로 이루어진다.

<74> 제1 방향각 계산단계(610)에 있어서, 611 단계에서는 이동로봇(220)이 소정 작업을 완료하거나 충전을 필요로 한 제1 위치(P1)에서 이동로봇(220)과 도킹스테이션(210)과의 제1 거리(R_1)를 계산한다. 612 단계에서는 주행제어부(226)에 제어에 의해 이동로봇(220)을 제2 위치(P2)로 주행시킨다. 613 단계에서는 제2 위치(P2)에서 이동로봇(220)과 도킹스테이션(210)과의 제2 거리(R_2)를 계산한다. 614 단계에서는 제1 거리(R_1), 제2 거리(R_2) 및 제1 위치(P1)와

제2 위치(P2)간의 주행거리(L_1)를 이용하여 제1 방향각(θ_{m1})을 계산한다. 제1 방향각(θ_{m1})은 다음 수학적 식 11에 의해 계산될 수 있다.

<75> 【수학적 식 11】 $\theta_{m1} = \theta_{11} + \theta_{12}$

<76> 여기서,

<77>
$$\theta_{11} = \cos^{-1}\left(\frac{R_1^2 + L_1^2 - R_2^2}{2R_1L_1}\right)$$

<78>
$$\theta_{12} = \cos^{-1}\left(\frac{R_1^2 + R_2^2 - L_1^2}{2R_1R_2}\right)$$

<79> 상기 수학적 식 11에 있어서, 제1 거리(R_1)와 제2 거리(R_2)는 거리계산부(223)에서 계산되고, 제1 위치(P1)와 제2 위치(P2)간의 주행거리(L_1)는 엔코더(224)로부터 제공된다. 바람직하게로는 엔코더(224)로부터 제공되는 제1 위치(P1)와 제2 위치(P2)간의 주행거리(L_1)는 지면의 미끄러짐에 의한 오차가 보상부(225)에서 보상될 수 있다.

<80> 선회방향 결정단계(620)에 있어서, 621 단계에서는 주행제어부(226)의 제어에 의해 상기 614 단계에서 산출된 제1 방향각(θ_{m1}) 만큼 이동로봇(220)을 선회시킨다. 이때, 임의의 방향 즉, 시계방향(+) 또는 시계반대방향(-)으로 제1 방향각(θ_{m1}) 만큼 선회시키게 된다. 즉, 상기 614 단계에서 제1 방향각(θ_{m1})은 산출되나, 시계방향(+)으로 선회해야 할지 시계반대방향(-)으로 선회해야 할지 그 방향에 대해서는 판단할 수 없다. 따라서, 상기 621 단계에서는 임의의 방향으로 제1 방향각(θ_{m1}) 만큼 선회시키게 된다. 622 단계에서는 주행제어부(226)에 제어에 의해 이동로봇(220)을 제3 위치(P3)로 주행시킨다. 623 단계에서는 제3 위치(P3)에서 이동로봇(220)과 도킹스테이션(210)과의 제3 거리(R_3)를 계산한다.

<81> 624 단계에서는 이동로봇(220)이 도킹스테이션(210)의 위치(P0)로부터 멀어지는 방향으로 제1 방향각(θ_{m1})만큼 선회하여 소정 거리 주행시 추정되는 위치(P3')에서 도킹스테이션(210)과의 거리(R_3')를 추정한다. 도킹스테이션(210)과의 추정거리(R_3')는 다음 수학적 식 12에 의해 계산될 수 있다.

<82> 【수학적 식 12】
$$R_3' = \sqrt{R_2^2 + L_2^2 - 2R_2L_2\cos 2\theta_{m1}}$$

<83> 625 단계에서는 상기 623 단계에서 계산된 제3 거리(R_3)와 상기 624 단계에서의 추정거리(R_3')를 비교한다.

<84> 주행제어단계(630)에 있어서, 631 단계에서는 제2 거리(R_2), 제3 거리(R_3) 및 제2 위치(P2)와 제3 위치(P3)간의 주행거리(L_2)를 이용하여 제2 방향각(θ_{m2})을 계산한다. 제2 방향각(θ_{m2})은 다음 수학적 식 13에 의해 계산될 수 있다.

<85> 【수학적 식 13】
$$\theta_{m2} = \theta_{21} + \theta_{22}$$

<86> 여기서,

<87>
$$\theta_{21} = \cos^{-1}\left(\frac{R_2^2 + L_2^2 - R_3^2}{2R_2L_2}\right)$$

<88>
$$\theta_{22} = \cos^{-1}\left(\frac{R_2^2 + R_3^2 - L_2^2}{2R_2R_3}\right)$$

<89> 상기 수학적 식 13에 있어서, 제2 거리(R_2)와 제3 거리(R_3)는 도 2에 도시된 거리계산부(223)에서 계산되고, 제2 위치(P2)와 제3 위치(P3)간의 주행거리(L_2)는 도 2에 도시된 엔코더(224)로부터 제공된다. 바람직하게로는 엔코더(224)로부터 제공되는 제2 위치(P2)와 제3 위치(P3)간의 주행거리(L_2)는 지면의 미끄러짐에 의한 오차가 보상부(225)에서 보상될 수 있다.

<90> 632 단계에서는 상기 625 단계에서의 비교 결과, 제3 거리(R_3)와 추정거리(R_3')가 서로 다른 경우 상기 621 단계에서의 선회방향과 동일한 방향으로 이동로봇(220)이 제1 방향각(θ_{m1})에 따라 주행하도록 제어한다. 633 단계에서는 상기 625 단계에서의 비교 결과, 제3 거리(R_3)와 추정거리(R_3')가 동일한 경우 이동로봇(220)이 제2 방향각(θ_{m2})에 따라 주행하도록 제어한다. 이때, 이동로봇(220)의 선회방향을 살펴보면, θ_{m1} 이 예각인지 둔각인지를 판단하여, θ_{m1} 이 예각인 경우 제2 방향각(θ_{m2})은 제1 방향각(θ_{m1}) 선회방향과 반대방향으로 회전하고, θ_{m1} 이 둔각인 경우 제2 방향각(θ_{m2})은 제1 방향각(θ_{m1}) 선회방향과 동일한 방향으로 회전한다.

<91> 상기한 본 발명의 실시예는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 한편, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플라피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있다.

【발명의 효과】

<92> 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 도킹스테이션과 이동로봇에 각각 음파 송신부와 수신부를 구비하고, 엔코더로부터 제공되는 주행거리와 음파를 이용하여 계산되는 이동로봇과 도킹스테이션 간의 거리에 의해 현재 위치에서 도킹스테이션으로 귀환하기 위한 이동로봇의 방향

각과 선회방향을 결정함으로써 정확한 귀환을 보장할 수 있을 뿐 아니라 귀환시간을 단축할 수 있는 이점이 있다. 또한, 지면의 미끄러짐으로 인한 엔코더의 주행거리 정보를 수신되는 음파에 의해 계산되는 이동로봇과 도킹스테이션간의 거리를 이용하여 보상함으로써 정확한 방향각을 산출할 수 있는 이점이 있다. 또한, 이동로봇이 위치하는 특정 공간의 벽면이나 천장에 별도의 인공물을 부착할 필요가 없으므로 저가의 시스템을 구현할 수 있는 이점이 있다.

<93> 이상 도면과 명세서에서 최적 실시예들이 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

도킹스테이션에 음파송신부를, 소정 작업을 수행하면서 특정공간을 자율주행하는 이동로봇에 음파수신부를 각각 구비하여 상기 이동로봇이 제1 위치에서 자동으로 상기 도킹스테이션으로 귀환하는 방법에 있어서,

(a) 상기 이동로봇이 제1 위치로부터 소정 거리만큼 주행한 제2 위치에서 상기 이동로봇의 제1 방향각을 계산하는 단계;

(b) 상기 (a) 단계에서 계산된 제1 방향각만큼 이동로봇을 선회시킨 후 소정 거리만큼 주행한 제3 위치에서 이동로봇이 상기 도킹스테이션에 접근했는지 멀어졌는지 판단하는 단계; 및

(c) 상기 (b) 단계에서 판단결과, 상기 이동로봇이 상기 도킹스테이션에 접근한 경우 상기 제1 방향각에 의해 계속 주행하도록 제어하고, 상기 이동로봇이 상기 도킹스테이션으로부터 멀어진 경우 상기 제3 위치에서 상기 이동로봇의 제2 방향각을 계산하고 상기 제2 방향각에 따라 주행하도록 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환 방법.

【청구항 2】

제1 항에 있어서, 상기 제1 방향각 및 제2 방향각은 상기 음파송신부와 음파수신부 사이의 음파 송신시점과 수신시점간의 시간차로부터 계산되는 상기 이동로봇과 도킹스테이션간의 거리 및 상기 이동로봇의 모터에 연결된 엔코더로부터 제공되는 주행거리를 이용하여 계산되는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법.

【청구항 3】

제2 항에 있어서, 상기 (a) 단계는

(a1) 상기 이동로봇이 상기 제1 위치에서 상기 이동로봇과 상기 도킹스테이션과의 제1 거리를 계산하는 단계;

(a2) 상기 이동로봇을 제2 위치로 주행시켜 상기 제2 위치에서 상기 이동로봇과 상기 도킹스테이션과의 제2 거리를 계산하는 단계; 및

(a3) 상기 제1 거리, 제2 거리 및 상기 제1 위치와 제2 위치간의 주행거리를 이용하여 제1 방향각을 계산하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법.

【청구항 4】

제3 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

(b1) 상기 제1 방향각만큼 임의의 방향으로 상기 이동로봇을 선회시켜 제3 위치로 주행시키는 단계;

(b2) 상기 제3 위치에서 상기 이동로봇과 상기 도킹스테이션과의 제3 거리를 계산하는 단계;

(b3) 상기 이동로봇이 상기 도킹스테이션로부터 멀어지는 방향으로 상기 제1 방향각만큼 선회하여 소정거리 주행시 추정되는 위치에서 상기 도킹스테이션과의 거리를 추정하는 단계; 및

(b4) 상기 (b2) 단계에서 계산된 제3 거리와 상기 (b3) 단계에서의 추정거리와를 비교하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법.

【청구항 5】

제4 항에 있어서, 상기 (c) 단계는

(c1) 상기 제2 거리, 제3 거리 및 상기 제2 위치와 제3 위치간의 주행거리를 이용하여 상기 이동로봇의 제2 방향각을 산출하는 단계;

(c2) 상기 (b4) 단계에서의 비교 결과, 제3 거리와 추정거리가 서로 다른 경우 상기 이동로봇이 제1 방향각에 따라 주행하도록 제어하는 단계; 및

(c3) 상기 (b4) 단계에서의 비교 결과, 제3 거리와 추정거리가 동일한 경우 상기 이동로봇이 제2 방향각에 따라 주행하도록 제어하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법.

【청구항 6】

제5 항에 있어서, 상기 (c4) 단계는

(c41) 상기 제1 방향각이 예각인 경우 상기 제2 방향각의 선회방향은 상기 (b1) 단계에서 제1 방향각의 선회방향과 반대방향이 되도록 제어하는 단계; 및

(c42) 상기 제1 방향각이 둔각인 경우 상기 제2 방향각의 선회방향은 상기 (b1) 단계에서 제1 방향각의 선회방향과 동일한 방향이 되도록 제어하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법.

【청구항 7】

제2 항에 있어서, 상기 도킹스테이션에서 상기 이동로봇으로 입사되는 음파의 송신시점 및 수신시점간의 시간차는 상기 도킹스테이션에서 상기 이동로봇으로 입사되는 소정의 시간동



기신호의 송신 및 수신시점을 기준으로 산출되는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법.

【청구항 8】

제2 항에 있어서, 상기 도킹스테이션에서 상기 이동로봇으로 입사되는 음파의 송신시점 및 수신시점간의 시간차는 소정의 타이밍신호를 기준으로 산출되는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법.

【청구항 9】

제2 항에 있어서, 상기 엔코더로부터 제공되는 주행거리는 상기 제1 내지 제3 거리 정보를 이용한 칼만 필터링 기법에 의해 지면의 미끄러짐으로 인한 오차가 보상되는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환방법.

【청구항 10】

제1 항 내지 제9 항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 실행할 수 있는 프로그램을 기재한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

【청구항 11】

소정 작업을 수행하면서 특정공간을 자율주행하는 이동로봇이 제1 위치에서 자동으로 도킹스테이션으로 귀환하는 장치에 있어서,

상기 도킹스테이션에 설치되는 음파송신부;

상기 이동로봇에 설치되는 음파수신부;

상기 음파송신부에서 상기 음파수신부로 송신되는 음파의 송신시점 및 수신시점간의 시간차를 이용하여 상기 도킹스테이션과 상기 이동로봇간의 거리를 계산하는 거리계산부;

적어도 하나 이상의 모터에 각각 연결되어, 상기 이동로봇의 주행거리 및 주행방향을 측정하는 엔코더; 및

상기 거리계산부에서 계산되는 거리값과 상기 엔코더에서 측정된 주행거리를 이용하여, 상기 이동로봇이 제1 위치로부터 소정거리만큼 주행한 제2 위치에서 제1 방향각을 계산하고, 제1 방향각만큼 이동로봇을 선회시킨 후 소정 거리만큼 주행한 제3 위치에서 이동로봇이 상기 도킹스테이션에 접근했는지 멀어졌는지 판단하여, 접근한 경우 상기 제1 방향각에 의해, 멀어진 경우 상기 제3 위치에서 상기 이동로봇의 제2 방향각을 계산하고 상기 제2 방향각에 따라 주행하도록 제어하는 주행제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환장치.

【청구항 12】

제11 항에 있어서, 상기 도킹스테이션에서 상기 이동로봇으로 입사되는 음파의 송신시점 및 수신시점간의 시간차는 상기 도킹스테이션에서 상기 이동로봇으로 입사되는 소정의 시간동기신호의 송신 및 수신시점을 기준으로 산출되는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환장치.

【청구항 13】

제11 항에 있어서, 상기 도킹스테이션에서 상기 이동로봇으로 입사되는 음파의 송신시점 및 수신시점간의 시간차는 소정의 타이밍신호를 기준으로 산출되는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환장치.

【청구항 14】

제11 항 내지 제13 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 장치는 상기 주행제어부로부터 제공되는 선속도 명령 및 각속도 명령과, 상기 엔코더로부터 제공되는 이동로봇의 위치 및 방향 정보와 상기 거리계산부에서 계산되는 거리정보를 입력으로 하고, 칼만 필터링 기법을 이용하여 상기 엔코더에서 측정되는 주행거리와 실제 주행거리간의 오차를 보상하는 보상부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환장치.

【청구항 15】

제11 항에 있어서, 상기 주행제어부는 상기 제1 위치에서 상기 이동로봇과 상기 도킹스테이션과의 제1 거리, 상기 이동로봇을 소정 거리 주행시킨 제2 위치에서 상기 이동로봇과 상기 도킹스테이션과의 제2 거리 및 상기 제1 위치와 제2 위치간의 주행거리를 이용하여 상기 제1 방향각을 산출하는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환장치.

【청구항 16】

제15 항에 있어서, 상기 주행제어부는 상기 제2 거리, 상기 제2 위치에서 제1 방향각만큼 임의의 방향으로 상기 이동로봇을 선회시켜 소정거리 주행시킨 제3 위치에서 상기 이동로봇과 상기 도킹스테이션과의 제3 거리, 및 상기 제2 위치와 제3 위치간의 주행거리를 이용하여 상기 제2 방향각을 산출하는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환장치.

【청구항 17】

제16 항에 있어서, 상기 주행제어부는 상기 제2 위치에서 상기 도킹스테이션으로부터 멀어지는 방향으로 선회한 것으로 가정하여 상기 제3 위치에서 상기 이동로봇과 상기 도킹스테이션과의 거리를 추정하고, 상기 제3 거리와 상기 추정거리가 서로 다른 경우 상기 제1 방향각,



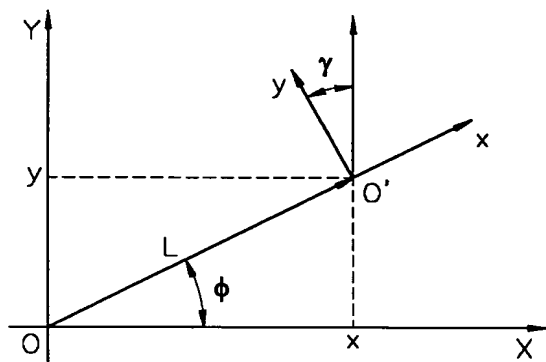
상기 제3 거리와 상기 추정거리가 동일한 경우 제2 방향각에 따라 주행하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환장치.

【청구항 18】

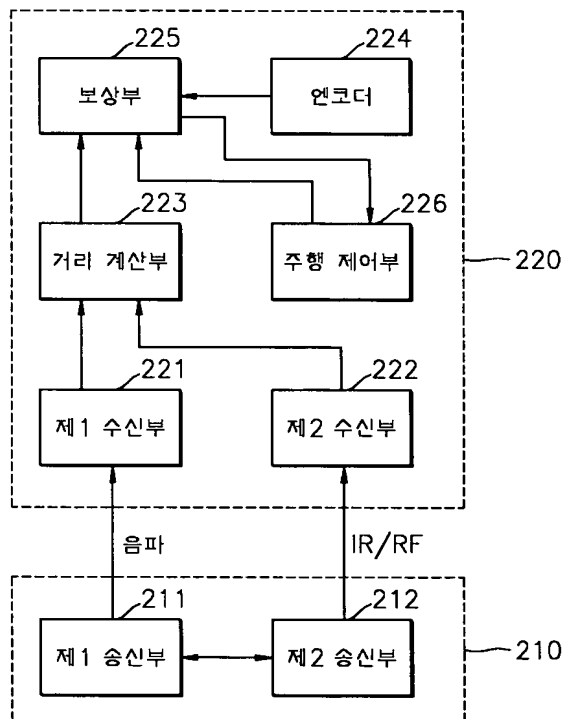
제17 항에 있어서, 상기 주행제어부는 상기 제1 방향각이 예각인지 둔각인지에 따라서 상기 제2 방향각의 선회방향을 결정하는 것을 특징으로 하는 이동로봇의 도킹스테이션 귀환장치.

【도면】

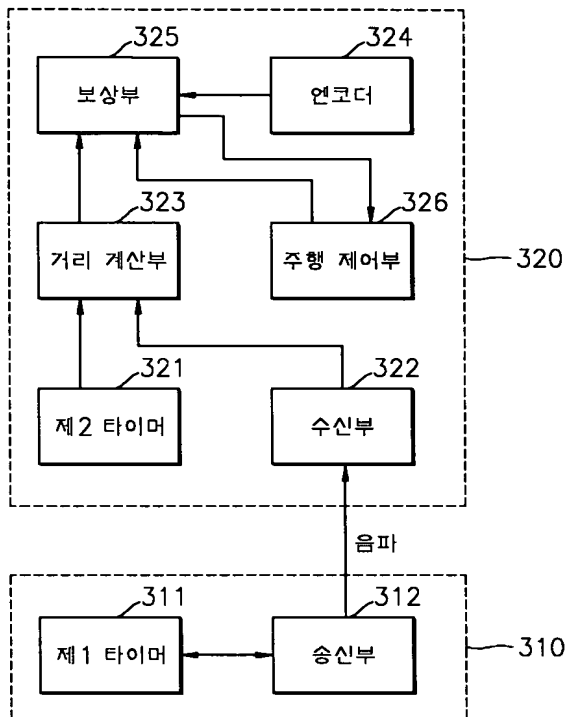
【도 1】



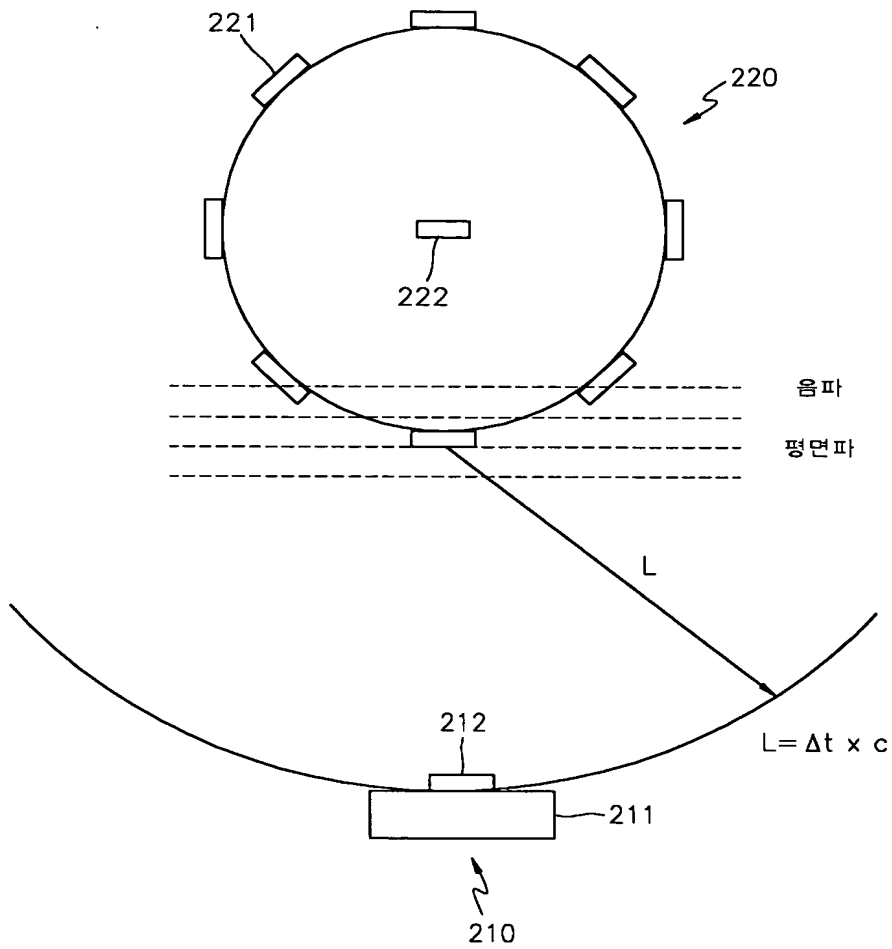
【도 2】



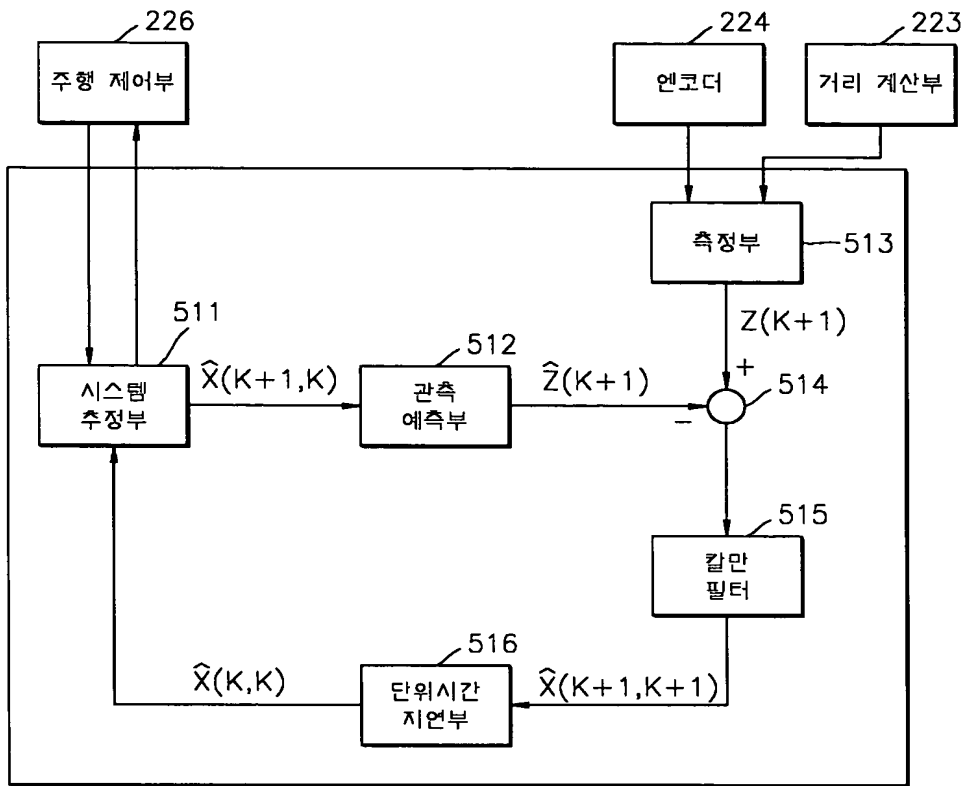
【도 3】



【도 4】

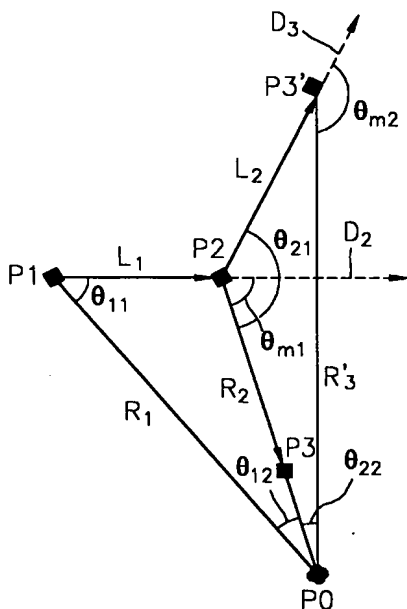


【도 5】



225

【도 6a】



【도 6b】

